

Physics in the Primary School  
: Peer Interaction and the Understanding of Floating and Sinking

European Journal of Psychology of Education, 1990, 4, 459-475

Christine Howe  
Andrew Tolmie  
Catherine Rodgers

Abstract

2つの研究  
ピアジェ理論の適用  
同僚間の協同は物理に関する理解を向上させるのか  
オブジェクトの特質と溶液の特質  
小学生対象  
事前の観点とレベルは異なる  
事後テストでの向上  
異観点・異レベル群、同レベル・異観点群 > 同レベル・同観点群 (統制群)

Introduction

\* 科学概念の変化  
今まで先行研究の成果：観察の手続きの発達、概念の育成における関心  
今日の課題：いかに概念の育成は達成されるのか  
物理概念に関する生徒の抵抗（形式は学んだが、基本的な理解は変わらない）  
この抵抗は大人になるまで続く（物理に関する大学生の素朴概念）  
ピアジェ(1972)：物理概念は因果関係に関するより高いレベルの均衡化である。  
教授の成功は概念の再構築が起きる条件を作ること。  
ピアジェ(1977)：このような条件の創造は現在の観点に対する挑戦、代わりになる概念への移行を含む。  
中学校物理に関する研究(Egglestone ら、1976)：現の概念に関する挑戦は偶発的で、精緻化よりは代わりの概念への置き換えが重要。  
\* 相互作用の必然性  
ピアジェ(1932)：不適切な観点であっても異なる観点を持つ同僚間の相互作用があれば、児童の観点は明示的になり、互いに变化する。なぜなら、すべての観点を要約、より優れ

たものへ共同的に組織化 ( co-ordinate ) するからである。

\* 反論

Champagne ら(1982) : 異なる観点を持つ生徒間の相互作用は有用なステップであるが、それ自体が概念変化を起こす十分条件ではない。教師の介入が必要。

Nussbaum ら ( 1981 ) と Osborne ら(1985) : 生徒間だけではなく、熟練者が介入した相互作用のデザイン。

Forman ら(1985) : 同僚間の相互作用を検討したが、異なる観点は設けていないし、概念自体の変化より観察的手続きの変化に注目。

Doise ら ( 1984 ) : ピアジェは、挑戦を受け、代わりの観点を聞き、個人的に再構成するだけで十分というのに対して、社会決定論のヴィゴツキのアプローチを受容、joint construction を強調。

\* 本研究の方向

2つの広い結論

オブジェクトと溶液の依存性に気づいても、

オブジェクトの密度と溶液の関係まではほとんど分からない。

オブジェクトの特性は溶液の特性と一部異なる。

溶液の密度は観察できないので、溶液に関する観点は基本的に primitive である。

したがって、本研究ではオブジェクトと溶液に関する観点両方を考慮する。

---

## Study One

相違の2つのソース：理解レベルにおける相違、同じレベルにおける相違

挑戦と co-ordination を提供

DD 群 ( 異なる観点、異なるレベル ) と DS 群 ( 異なる観点、同じレベル )

1 . デザインの概略

初期の観点を計るために事前テスト実施      4 週間後、グループ課題      5 週間後、事後テスト

2 . 事前テスト

対象 : 121 人。4 年、5 年、6 年、7 年生 ( 8 歳から 12 歳まで )

材料 : the semi-structured clinical interview 実施

事前には 16 アイテムインタビュー

最初は 8 個の小さなアイテム

4 つは浮くもの ( wooden ball、 steel dish )

4 つは沈むもの ( plastic bear、 iron spanner )

fresh water 入りのタンク

floaters と sinkers のラベルの貼ったトレイ

次の 8 個のアイテムは実世界(real world)の例

(海上の船、池の中のコイン、お風呂のスポンジ)

手続き：面接は個別に空いた教室で行われた。

最初事前テストのアイテムを見せる。

適切なトレイにものをいれることにより予測を求める(8 個のアイテムについて)

8 個の予測が終わった後、水にものを実際にいれることが許容。

ここで説明は求めない。

事前テストのプレゼンはオラル。

スコア：生徒の説明がスコアの焦点。多様な説明はベストになるスコアを与える。

レベル 0 オブジェクトの物理的な特性の言及に失敗。

(分からない、なぜならそうしたいからなど)

レベル 1 オブジェクトの密度における不十分な関係の物理的な特性を言及。

(穴、空、金属、四角など)

レベル 2 密度と部分的に関連する特性を言及する。

しかし、密度自体に関する理解はない。

(軽いから、小さいから)

レベル 3 密度の正確な特性を言及する。

あるいは、水の重さとオブジェクトの重さを比較。

(サイズに比べ軽い、水より軽いなど)

レベル 4 水の密度とオブジェクトの密度を比較。

(同じ量の水より軽い)

理論的にはより厳密な定義が可能だが、小学校のレベルでは 4 点以上の理解はほとんどみられないので、このスコアリングは適切であると判断される。

二人の面接者間の一致率は 99% (26%の応答に対して)

グループ化：事前テストのスコアで生徒のレベル分けをする。

少なくとも 2 回以上出たスコアを最頻値(modal)として採択。

それ以外は、最頻値と最も頻繁に隣接した(adjacent)スコアの移行(transitional)レベルとして扱う。

58 人の生徒がレベル 3 に、42 人がレベル 3 と 2 の移行レベル。

残り 5 人はそれより低いレベル。

年齢による差はなかった。

同じクラスの 4 人で構成

DD グループ、DS グループ、SS グループ 7 つずつ (総 84 人)

DD 群

各グループは少なくとも 2 つ以上のレベルから構成。

(5つのグループは2つのレベルから、2つは3つのレベルから)  
アイテムの33%以上においてグループの他のメンバと同じ特性を提出しては  
いけない。(DDグループを通じた平均類似性は4.00アイテム)

#### DS群

各グループの児童は同じレベルで構成。  
アイテムの33%以上においてグループの他のメンバと同じ特性を提出しては  
いけない。(グループを通じた平均類似性は4.40アイテム)

#### SS群

各グループの児童は同じレベルで構成。  
アイテムの67%以上においてグループの他のメンバと同じ特性を提出。  
(グループを通じた平均類似性は11.83アイテム)

### 3. グループ課題

理論的根拠：単純なインタラクションではなく、協同を引き出すために、  
個人phase(予測を紙に書く)後、協同phase(同意の求め予測を提示する)を設ける。

材料：個人ペーズ - タンク

事前と異なる8つのオブジェクト

(4つのFO、4つのSO)

8枚のカードセット

協同ペーズ - タンク、オブジェクト、カード

ラベル付きの2つのトレイ

実験の指示が書かれたBook

#### 手続き

実験者は生徒にカードセットを渡し、タンクと最初のオブジェクトを見せる。

F・Sのどれかなのかを聞く(カードの決定は個人で)。

オブジェクトに関してグループの意見が違うとき、同意を求め、トレイに入れる。

次にそのオブジェクトをタンクにいれて、説明を求める。

次のオブジェクトに対しても同じ事を繰り返し、

トレイとブックを完成させていく。

生徒が手続きに慣れたら、実験者は席をはずし、実験を生徒に任せる。

ブックの後半部には、各アイテムの関連の上で、F・Sを決める要因に関して  
グループの同意を求める。

最後には実世界の例4つを提示、グループの同意された説明を求める。

生徒がブックを完成させたら、実験者は戻って一部のアイテムについて生徒の決  
定を聞く。全課題時間は40分から60分。

スコアリング：同意された説明に基づいて行う予定だったが、  
多くの生徒が同意なしで決定してしまったので、

グループのメンバを個別に扱い、次の2つの評価尺度を作る。  
グループ内の遂行、一致した生徒の数  
評価はアイテムごとに行うと同時に最終の説明を中心に分析。  
グループ内の遂行は、事前テストスキマを参照した説明のスコアに基づく。  
一致した生徒の数は言語的・非言語的測定による。  
二人の独立した評定者による信頼度は78%、67%。

#### 4. 事後テスト

対象：84名

材料：4つのオブジェクトと4つの実世界の事例を除外して事前と同じ。

2つのオブジェクトと2つの事例はグループ課題に提示された。

手続き：事前と同じ

スコア：事前のスキマ参照

#### 5. 結果

(1) 事前と事後の平均スコアを合計、事後から事前の平均を引く

事前・事後の変化

3つのグループの変化スコアは1要因分散分析により比較( $F=4.55, df=2.81, p<.05$ )、  
続いて、DD ( $t=2.812, df=54, p<.01$ ) と DS ( $t=2.451, df=54, p<.05$ ) の変化  
スコアは SS よりそれぞれ有意に高い。

表1

(2) 高められた理解が優位な答えに依存するかどうかを調べるために、

3つのグループにおけるグループ内の遂行と一致した数を比較。

グループ内の遂行の平均から各生徒の事前テストの平均を引く

グループ内の変化

グループ内の変化と一致した数の相関 (DD と SS は正の相関)

(3) しかし、グループ内の変化と事前・事後の変化の間には相関がない。

つまり、優位なグループの答えが事後での向上の前提条件ではない。

表2

(4) また、事前・事後の向上はグループ内での後退の後には起こりうる。

(13人のDD、14人のDS、15人のSSはグループ内で後退)

グループ内の変化とグループの他のメンバより低い事前スコアとの相関を計算

(DD と DS - 優位な不の相関)

つまり、より優位なレベルの生徒は後退に関係なしに初期のポジションを越えることができたということ。

グループ内で後退した生徒が、向上した生徒と同じぐらいの事後の向上を示した ( $r^2 = .44, df = 1, p > .05$ ) ことは驚きである。

以上、全体の結果から、優位な答えに関して依存するという証拠はない。

しかし、生徒が協同的に遂行するとき、優位な答えが出現することはいえる

(グループ内の遂行と一致数の間の相関から)。

結局、他のメンバが優位な観点であれ、下位なあるいは同じレベルの観点であれ、異なる観点であれば、相互作用から有効な利益が得られることを示している。

---

## Study two

F/S と関連する溶液の特性に関する児童の観点

DD と DS の間における対比をもたらした原因

デザインの概略

事前テストで初期の視点をはかり、その 6 週間後グループ課題を実施、2 週間後事後テスト。

事前テスト

被験者：研究 1 で事前テストを受けた 121 人の児童

材料：13 アイテムのうち、8 つは研究 1 の事前テストで使ったもの。

8 つのうち、6 つは異なる場所での F/S の有無を聞く

(例：mountain stream と Loch Lomond)

2 つのアイテムは同じ深さで牛乳とウィスキに切り替えるときを聞く

残り 5 つは実世界の例 (ジュースの中のアイス、死海での水泳など)

手続き：研究 1 の事前テスト後、同じ手順ですぐ事前テストを実施。

スコアリング：研究 1 と同じ原則

5 段階の例

## グルピング

61 人段階 1、23 人段階 1 と 0 の移行、18 人段階 1 と 2 の移行、3 人段階 0

DD、DS、SS それぞれ 6 グループ

DD - 2 グループは 2 つの段階から合成、4 グループは 3 つの段階

類似度の平均は 2.83 アイテム

DS - 類似度の平均は 2.58 アイテム

SS - 類似度の平均は 9.54 アイテム

研究 1 と 2 の間に各グループの相関はなかった

(53 人の児童が 2 回のグループ課題を受けた 交互作用に関する考慮)

## グループ課題

材料：個人ペーズと協同ペーズは一緒

オブジェクトとトレイ以外に 4 つのタンク(X,1,2,3)、6 枚のカードが添加

協同ペーズにはブック

タンク X には普通の水が半分、タンク 1 には普通の水半分にポンプが含まれる

タンク 2 には普通の水一杯、タンク 3 には塩水

動く水と停止している水、深い水と浅い水、濃度の異なる水のそれぞれの比較

カードはタンク X でのオブジェクトがタンク 1,2,3 でどう変わるのかを選ぶ(tick)

ことに利用。

最初のカードではタンク X での F がタンク 1 でどう変わるか

次のカードではタンク X での S がタンク 1 でどう変わるか

このようにタンク 3 まで行う。

ブックでは研究 1 と同じくカードの個別的完成を前提にした。

個人の決定をしたら、カードごとに協議と同意を求め、実際テストし、解釈。

次のブックにはタンク 3 に同じ量のミルク、続いてウイスキーがはいていれば

どうなるかについてグループの同意を求める。

続いて、どういう種類の溶液がものを浮かせるのかについて聞く。

最後に、4 つの実世界の例(事前テストから 2 つ)を提示、説明の同意を求める

手続き：最初タンク X 以外は隠れている。実施後適切なトレイにいれさせる。

その後、タンク 1 に移し、各児童にカードセットを渡す。

同じ手続きでタンク 3 まで繰り返したら、タンク 1 に戻って、ブックを実施。

実施時間は 50 分から 70 分。

スコアリング：研究 1 と同じく、グループ内の遂行と一致した他の児童の数

76%、79%の一致率

#### 事前テスト

被験者：グループテストに参加した 72 人の児童

材料：研究 1 の事後とほとんど同じだが、位置に関して 2 つと実例において 2 つの変化

手続き：研究 1 の事後テスト後、すぐ行う。

スコアリング：事前のスキマ参照

#### 結果

##### ( 1 ) 事前・事後の変化

事後テストアイテムを通じた平均スコアから事前テストの平均を引く。

3 つのグループ間の変化量を比較した結果 ( $F = 4.48, df = 2.69, p < .05$ )

続いて、DD ( $t = 2.983, df = 46, p < .01$ ) と DS ( $t = 2.131, df = 46, p < .05$ ) の変化スコアは SS よりそれぞれ有意に高い。

#### 表 3

##### ( 2 ) 事前・事後の変化とグループの他メンバに比べた事前テストスコア間の相関

3 つのグループ全部有意な相関なし

##### ( 3 ) グループ内の変化と一致数との相関

グループ内の遂行スコアの平均から各児童の事前テストの平均を引く。

同意有無に関係なし

グループ内の変化が重要であっても、協同的(jointly constructed)向上に必須的前提ではない。

##### ( 4 ) グループ内の変化と事前・事後の変化間の相関

DD と SS において有意な相関あり。

DD9 人、SS11 人がグループ内で後退、

研究 1 と異なって後退後、事後での向上をしなかったとみられる。

DS では 3 人だけが後退。

したがって、事後での向上はグループ内の向上に依存することがいえる。

グループ内で後退した児童と向上した児童の事前・事後の変化量を比較した結果

(  $\chi^2 = 6.48, df = 1, p < .05$ )

#### 表 4

## General Discussion

不適切な観点であっても異なるどうしの相互作用は有効であった（ピアジェと一致）。

Jointly constructed progress 説(Doiseら)の否定

事前・事後の向上とグループ内の変化は直接的な相関がなかった。

むしろグループ内で後退があっても事後での向上は起きた。

ただし、研究2では研究1と異なって事後での向上がみられた原因の推測

時間の問題